Lane Medical Library

Aus der medicinischen Poliklinik zu Marburg.

Ueber die

reducierenden Substanzen, welche sich aus Hühnereiweiss abspalten lassen.

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR

ERLANGUNG DER DOCTORWÜRDE

IN DER

MEDICIN, CHIRURGIE UND GEBURTSHÜLFE

DER

HOHEN MEDICINISCHEN FACULTÄT DER UNIVERSITÄT MARBURG

VORGELEGT

VON

John Seemann
aus Hamburg.

29. October 1898.

Marburg 1898.

Digitized by the Internet Archive
in 2025

https://archive.org/details/ueberdiereducier0000john

Meinen lieben Eltern.

In den schweren Fällen von Diabetes, in denen auch während vollkommener Kohlehydratabstinenz dennoch Glykosurie besteht, muss nach allgemeiner Annahme sich im Organismus aus Eiweis Zucker bilden. Um diese Annahme chemisch zu begründen, sind in neuerer Zeit vielfach Versuche angestellt, aus Eiweisskörpern ein Kohlehydrat abzuspalten.

Zwar ist die Ansicht, dass im Eiweissmolekül ein kohlehydratartiger Atomencomplex vorhanden sei, nicht neu. Schon Berzelius[1]) nimmt auf Grund der Bildung vom Humin-, Zucker- und Oxalsäure bei der Behandlung von Eiweissstoffen sowohl als von Kohlehydraten mit Salz- oder Salpetersäure an, dass „Zucker ein Bestandteil des Proteïns" sei. Den ersten Nachweis der Richtigkeit dieser Behauptung führte Eichwald[2]), indem er aus dem Mucin eine reducierende Substanz erhielt. Die gleiche Fähigkeit, einen reducierenden Körper beim Kochen mit verdünnten Mineralsäuren abzuspalten, besitzen die sonst von den Mucinen physikalisch sowohl wie nach ihren Fällungsreactionen verschiedenen Mukoide, Körper, denen im tierischen Organismus eine ziemlich weite Verbreitung zukommt; man hat sie gefunden in Ovarialcysten- und Ascitesflüssigkeit[3]), in der Nubecula des Harns[4]), im Knorpel[5]), in den durchsichtigen Augenmedien[6]), im Hühnereiweiss[7]).

Diese als Glykoproteide im System isolierten Mucinsubstanzen sind jedoch nicht die einzigen Eiweisskörper der Art.

---

[1]) Citiert nach N. Krawkow, Ueber die Kohlehydratgruppe im Eiweissmolekül. Pflüger's Archiv, 65. Bd., 1897, p. 282.

[2]) Hammarsten, O., Lehrbuch der phys. Chem. 3. Aufl., 1895, p. 38.

[3]) Hammarsten, O., Ueber das Vorkommen von Mukoidsubstanzen in Ascitesflüssigkeiten. Zeitschr. f. phys. Chem., Bd. XV, p. 202.

[4]) Mörner, K. A. H., Skandin. Archiv, Bd. VI, p. 332.

[5]) Mörner, C. Th., Skandin. Archiv, Bd. I, p. 216.

[6]) Mörner, C. Th., Zeitschr. f. phys. Chemie, Bd. XVIII, p. 60 u. 213.

[7]) Mörner, C. Th.. Zeitschr. f. phys. Chemie, Bd. XVIII, p. 525.

Ledderhose und Tiemann[1]) haben aus dem Chitinpanzer der Hummer ein Kohlehydrat dargestellt; im Knorpel resp. der Chondroitsäure vermutet Schmiedeberg[2]) auf Grund der erhaltenen Zersetzungsprodukte dasselbe. Kossel[3]), Hammarsten[4]), Salkowski[5]) u. a. wiesen in einzelnen Nucleoproteïden und Nucleinsäuren eine Kohlehydratkomponente nach, ebenso wie Siegfried[6]) in der Phosphorfleischsäure. Mörner[7]) fand in den Globulinen, die er aus Blutserum vom Menschen und Pferden, ferner aus Ascitesflüssigkeit, sowie aus dem Harn eines Nephritikers gewann, ebenfalls nach Kochen mit verdünnter Salzsäure ein Kohlehydrat, dagegen im Myosin, Vitellin, Serumalbumin, Ovalbumin, Fibrinogen nicht.

In der Fähigkeit aller von ihm untersuchten Eiweisskörper, Kupferoxyd in alkalischer Lösung bei anhaltendem Kochen zu reducieren, erblickt Krukenberg[8]) einen Grund, die Eiweisskörper als Glukoside anzusehen; Drechsel[9]), der neuerdings dieselbe Beobachtung schon nach längerem Stehenlassen bei gewöhnlicher Temperatur machte, bemerkt dagegen, dass dies nicht als Beweis in dem angedeuteten Sinne verwendet werden dürfe, da andere Körper, wie Dioxybenzole und Chloroform, die gleiche Erscheinung hervorrufen können. Neuerdings stellte nun Pavy[10]) die Hypothese von der glukosidischen Natur sämtlicher Eiweisskörper auf, um vermittels derselben zu einer Theorie über die Assimilation und den Stoffwechsel von Kohlehydraten und Eiweiss in der pflanzlichen wie tierischen Zelle zu gelangen. Er stützt seine Hypothese mit seiner langjährigen Erfahrung, wonach er überall, wo er suchte, durch Kochen mit verdünnter Schwefelsäure reducierende Körper erhielt, also den Kohlehydratpaarling im Molekül der untersuchten Eiweisskörper fand, nur ausgenommen das Caseïn und den Leim. Mit Recht hat man Pavy vielfach den Vorwurf gemacht, bei seinen Methoden eine genügende Reinigung der Ausgangsmaterialien ausser Acht gelassen zu haben. Dazu kommt eine grosse Kühnheit in der

---

[1]) Ledderhose, Zeitschr. f. phys. Chem., Bd. IV, p. 139.
Tiemann, Ber. 17, p. 241.
Tiemann, Ber. 19, p. 49.

[2]) Schmiedeberg, Archiv f. exp. Path. u. Pharm., Bd. 28, p. 354.

[3]) Kossel, A,, Du Bois-Reymond's Archiv f. Physiol., 1891, Bd, 78, p. 181.
Idem, Du Bois-Reymond's Archiv, 1893, p. 157.
Kossel, A. u. Neumann, A., Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften zu Berlin, 1894, XVIII, p. 6.

[4]) Hammarsten, O., Zeitsch. f. phys. Chem., 1894, Bd. 19, p. 20.
Salkowski, E., Berl. klin. Wochenschr., 1895, No. XVII.

[5]) Salkowski und Jastrowitz, Centralbl. f. d. med. Wissensch., 1892, No. 19 und 32.

[6]) Siegfried, E., Ber. 28, p. 515.
Idem, Zeitschr. f. phys. Chem., XXI, p. 360.

[7]) Mörner, K. A. H., Centralbl. f. Physiol, 1894, p. 581.

[8]) Citiert nach Maly, Tierchemie, Bd, XV, 1885, p. 16.

[9]) Drechsel, E., Zeitschr. f. phys. Chemie.. XXI, p. 68.

[10]) Pavy, F. W., The Physiology of the Carbohydrates. London, 1894.

Experimentalkritik, die ihm die Annahme nicht verbietet, dass das Caseïn, aus dem er keinen Zucker erhielt, das proteïde Spaltungsprodukt eines Körpers sei, der seinen Kohlehydratpaarling, nämlich die Lactose, schon abgegeben habe. Die Nachuntersuchungen, die sein Buch angeregt hatte, konnten seine Resultate nur zum Teil bestätigen. Es gelang allerdings Weydemann[1]), aus von Zucker befreitem Hühnereiweiss, sowohl tierisches Gummi, als eine reducierende Substanz zu gewinnen. Krawkow's[2]) Versuche, aus verschiedenen Eiweisskörpern Kohlehydrate abzuspalten, d. h. reducierende und Osazon bildende Körper, fielen beim Ovalbumin, Acidalbumin, Fibrin, Serumalbumin aus Rinderblut, Serumglobulin, Erbsencaseïn zwar positiv aus, beim Alkalialbuminat, Lactalbumin, Gelatine, Vitellin, merkwürdiger Weise auch beim Ovomukoid, ferner beim Nucleoalbumin aus Erbsen, beim mit Pepsin oder Trypsin verdauten und beim mit Wasser auf 130—140° erhitzten Eiweiss dagegen negativ. Den Angaben Krawkow's über die Albumine stehen die schon citierten Resultate Mörner's[3]) entgegen, und vor kurzem bestritt auch Spencer[4]) den glukosiden Charakter des Ovalbumins, jedoch auf Grund von Untersuchungen, die bezüglich ihrer Methode durchaus anfechtbar sind.

Ueber die Natur des abgespaltenen Kohlehydrates bestehen für die verschiedenen Körper verschiedene Angaben. Der aus dem Mucin gewonnene Zucker ist seit langem als Hexose angesehen; man hielt ihn ursprünglich für Traubenzucker. Neuerdings ist seine Natur als Amidohexose durch F. Müller's[5]) Untersuchungen über die Chemie des Schleims der Respirationsorgane festgestellt. Dies ist zugleich der erste sichere Nachweis über das Vorkommen eines Amidozuckers im höheren tierischen Organismus, während ein derartiges Kohlehydrat bis dahin nur bekannt war als Spaltungsprodukt des Hummerpanzerchitins[6]) und der Pilz-Cellulose[7]), die den Eiweisskörpern beide nicht zuzurechnen sind; ziemlich wahrscheinlich gemacht hat zwar schon Schmiedeberg, ohne allerdings exacte Beweise dafür zu erbringen, das Vorkommen derartiger Verbindungen im Säugetierkörper auf Grund der Zersetzungsprodukte, die er beim Kochen von Chondroïtsäure mit verdünnten Mineralsäuren erhielt; Kossel[8]) vermutet eine Amidohexose als Bestandteil des Adenyl-

---

[1]) Weydemann, H., Ueber das sogenannte tierische Gummi und seine Darstellbarkeit aus Eiweiss. Inaug.-Diss., Marburg, 1896, aus der med. Poliklinik.

[2]) l. c.

[3]) Mörner, K. A. H., Centralbl. f. Phys., 1894, Bd. VII, p. 581.

[4]) Spencer, J. G., Zeitschr. f. phys. Chem., XXIV, p. 354.

[5]) Sitzungsber. der Ges. z. Beförd. der ges. Naturw., zu Marburg, 1896, No. 6, Juli, und Vortrag, gehalten im Juli 1898, in ders. Ges.

[6]) Ledderhose, l. c.

[7]) Winterstein, E., Zeitschr. f. phys. Chem., Bd. XIX, p. 521.

[8]) Kossel, A. u. Neumann, A., Sitzungsber. der Akad. d. Wissenschaften zu Berlin, 1894, XVIII, p. 6.

säuremoleküls, da er daraus beim Erhitzen mit Schwefelsäure neben Lävulinsäure auch Ammoniak erhielt. Kürzlich hat Jacewicz[1]) auch im Mucin des Darmkanals, und zwar aus der Submaxillardrüse, der Schleimhaut des Labmagens und des Dünndarms eine Amidohexose gewonnen, die er für identisch mit dem Müller'schen, anfänglich Mucose genannten Kohlehydrat hält.

Nach einer ziemlich verbreiteten Anschauung sollen die Nucleïne Pentosen liefern. Aus der Nucleïnsäure der Hefe erhielt Kossel durch Spaltung mit siedenden, verdünnten Säuren neben einer Hexose auch eine Pentose; Hammarsten[2]) gewann aus dem Nucleoproteïd der Bauchspeicheldrüse ein Osazon, das dem von Jastrowitz und Salkowski aus dem Harn eines Morphinisten dargestellten, von ihnen als Pentosazon angesprochenen Osazon glich; da Hammarsten's Lösung ausserdem die Tollens'sche Phloroglucin-Salzsäureprobe gab, hält er die erhaltene reducierende Substanz für Pentose, nachdem er zwar die Glykuronsäure, welche sonst die gleichen Reactionen auch giebt, mit in den Kreis seiner Betrachtungen hineingezogen hat; er glaubt aber diese Säure doch ausschliessen zu sollen. Durch Nachprüfen am gleichen und einigen anderen Nucleïnen meinen Salkowski, Bang[3]), Blumenthal[4]) die Unzweideutigkeit der Pentosennatur des in Frage stehenden Kohlehydrats erwiesen zu haben; sie beschränken ihren Beweis aber ebenfalls auf die Schmelzpunktbestimmung des Osazons und den Ausfall der Tollens'schen Reaktion. Diese Reaktionen giebt in ähnlicher Weise die Glykuronsäure, und da man Pentosen bis dahin mit Sicherheit nur im Pflanzenreich hat nachweisen können, wird man an ihrem Vorkommen im höheren tierischen Organismus noch zweifeln müssen. Bewiesen wird dieses erst sein, wenn man das Kohlehydrat hat rein gewinnen und nach seinen physikalischen und chemischen Eigenschaften identificieren können. Es sei noch erwähnt, dass Loewy und Richter[5]) nach Nucleïninjectionen den Zuckergehalt des Blutes oft erhöht sahen, aber immer Hexosen und keine Pentosen fanden, und es ist nicht recht einzusehen, weshalb im Organismus und im Reagensglase zwei so verschiedene Körper aus den Nucleïnen entstehen sollten, wie es Hexosen und Pentosen thatsächlich sind.

Ausser den angeführten einfacheren sind auch Kohlehydrate von grösserem Molekül durch Spaltung der Eiweisskörper gewonnen. Landwehr[6]) hat durch Erhitzen von Mucin im

---

[1]) Citiert nach Maly, Tierchemie, Bd. 26, p. 8.
[2]) l. c.
[3]) Bang, J., Deutsche med. Wochenschr., 1897, No. 21, p. 324.
[4]) Blumenthal, F., Berl. klin. Wochenschr., 1897, No. 12, p. 245. Idem, Zeitsch. f. klin. Med., 1898, XXXIV. Bd., H. 1 u. 2, Separatabdr.
[5]) Citiert nach F. Blumenthal, l. c.
[6]) Landwehr, Zur Lehre von der Resorption der Fette. Zeitschr. f. phys. Chem., Bd. IX, p. 361.

Papin'schen Topf ein angeblich N-freies „tierisches Gummi" erhalten, das selbst nicht reducierte, aus dem sich aber durch Kochen mit verdünnten Mineralsäuren ein reducierender Körper abspalten liess. Pavy[1]) bekam beim Behandeln von Hühnereiweiss mit Alkali ein nach ihm dem Landwehr'schen gleiches tierisches Gummi. Neuerdings haben aber auch bei diesem Körper Müller[2]) für das Pseudomucin und Weydemann[2]) für das Hühnereiweiss in ihren Präparaten, die teils nach Landwehr, teils nach Pavy, teils nach eigenen Methoden dargestellt waren, einen nicht unbeträchtlichen Stickstoffgehalt nachgewiesen. Darnach scheint dieser Körper die Stammsubstanz des aus dem Mucin gewonnenen Glukosamins zu sein, und der Gedanke, auch im Hühnereiweiss das Glukosamin zu finden, lag nahe. Auf Veranlassung von Herrn Prof. F. Müller und unter seiner liebenswürdigen Unterstützung und Leitung unternahm ich es, nach dieser Richtung das Hühnereiweiss genauer zu studieren.

Von vornherein war es klar, dass nur durch Verarbeitung grosser Mengen von Eiweiss ein sicheres Resultat erzielt werden könnte, denn an den negativen und unbestimmten Erfolgen mancher Autoren dürfte die Hauptschuld die geringe Menge des Ausgangsmaterials tragen. In einem Vorversuch wurde benutzt 500 g aus der Apotheke bezogenes Albumen ex ovis siccum. Da aber im Hühnereiweiss ausser nicht geringen Mengen natürlich beigemengten Traubenzuckers noch das von Mörner[3]) beschriebene Mukoid vorkommt, musste eine Reinigung vorgenommen werden.

Von einer Anzahl Eiern wurde das Weisse koliert, mit dem zwanzigfachen Volumen Wasser verdünnt und nochmals koliert, dann unter geringem Essigsäurezusatz aufgekocht und das coagulierte Eiweiss abfiltriert. Gab das Filtrat noch die Heller'sche Salpetersäureprobe, so ward nochmals coaguliert. Das abfiltrierte Eiweiss wurde fünf Mal mit Wasser tüchtig verrieben und zwischendurch, um womöglich einen allenfalls unlöslich gewordenen Teil des Mucoides zu entfernen, zwei Mal mit Wasser aufgekocht. Das Wasser gab zum Schluss weder vor noch nach dem Eingengen auf ein Minimum die Trommer'sche Probe, auch nicht in der verfeinerten Babo-Meissner'schen Modification des Kupferoxydulnachweises mit Ferricyankalium und Salzsäure. Das so gereinigte Eiweiss wurde auf dem Wasserbade getrocknet und während des Trocknens mehrmals im Mörser zerrieben, sodass schliesslich ein weissgelbliches, feinkörniges Pulver erhalten wurde.

Die Filtrate wurden zur Gewinnung des Mucoides eingeengt, bis gelbbraune Häutchen sich zu bilden anfingen, und dann in 96 proc. Alkohol geschüttet, wobei eine grauweissliche, klebrige Masse neben etwas Kochsalz ausfiel. Die gesammelten Niederschläge wurden durch fünfmaliges Auflösen in warmem Wasser, Filtration und erneutes Ausfällen mit Alkohol gereinigt und so vom anhaftenden Traubenzucker befreit. Auf dem Wasserbade getrocknet, lässt sich die Substanz leicht verreiben. Sie stellt ein grauweisses, feines Mehl dar, das sich besonders in heissem Wasser ziemlich leicht löst. Die Lösung zeigt die von Mörner[3]) angegebenen Eigenschaften; sie ist leichtflüssig, nicht fadenziehend, schäumt beim Schütteln, wird beim Eintrocknen klebrig; sie reagiert alkalisch, giebt die

[1]) l. c.
[2]) l. c.
[3]) Mörner, C. Th., Zeitschr. f. phys. Chem., Bd. XVIII, p. 525.

Biuret- und die Xanthoproteïnreaction, mit Millon's Reagens-Rotfärbung ohne Niederschlag; durch Essigsäure und Mineralsäuren ist sie ebenso wie durch neutrales und basisches Bleiacetat und Sublimat nicht fällbar, dagegen durch Phosphorwolframsäure, Gerbsäure, Bleiessig und Ammoniak und durch Alkohol.

In dieser Weise sind aus ca. 150 Hühnereiern gewonnen ausser 600 g noch in feuchtem Zustand verarbeitetem Albumin 200 g trockenes Albumin und 34 g trockenes Mukoid.

Dieses Material wurde in kleinen Portionen mit aufs Zehnfache verdünnter officineller Salzsäure im Sandbade unter Durchströmen von Dampf erhitzt. Für das Albumin lieferte die grösste Ausbeute folgendes Verfahren: 25 g des feingepulverten Albumins wurden in sehr verdünntem Alkali (wenige Tropfen Natronlauge auf 400 ccm Wasser) zum Quellen gebracht, nach einiger Zeit mit 50 ccm officineller Salzsäure und ebenso viel Wasser versetzt, so dass also auf 25 g Albumin $^1/_2$ l 2—3proc. Salzsäure kam. Als nach dreistündigem Erhitzen sich die Lösung stark gebräunt hatte, ergab das Filtrat nach der Fehling'schen Titration, auf Dextrose berechnet, 1,85 g reducierende Substanz, und aus dem abfiltrierten Eiweissschlamm liess sich durch nochmaliges einstündiges Erhitzen 0,4 g red. Subst. noch hinzugewinnen, so dass die Gesamtausbeute mit 2,25 g einem Procentgehalt von 9 pCt. entsprechen würde. Das frischgefällte noch feuchte Albumin vermag offenbar besser und leichter in der Säure zu quellen resp. sich zu lösen als das trockne. In vorangegangenen Versuchen hatten nämlich, ohne vorherige Quellung in Alkali mit $^1/_2$ l 3proc. Salzsäure gekocht, je 25 g Albumin nach 3, 4, 5stündigem Erhitzen 1,81 g, 1,67 g und 1,75 g, also ca. 7,2 pCt., 6,7 pCt. und 7,0 pCt. reducierender Substanz gegeben einschliesslich der durch die nochmalige Erhitzung des Schlammes mit Säure erhaltenen Mengen.

Für das Mukoid, das sich in warmem Wasser löst und durch Salzsäure nicht gefällt wird, ergab schon einstündiges Erhitzen die maximale Ausbeute von 5,9 g reducierender Substanz auf 17 g Mukoid = 34,9 pCt., in einem zweiten Versuch auf 17 g Mukoid 5,0 red. Subst. = 29,4 pCt.; diese Zahlen stimmen gut überein mit dem von Prof. Müller beim Mucin erhaltenen Maximum von 36,9 pCt.; die Hälfte der ersten Lösung, nochmals eine Stunde erhitzt, ergab statt 2,95 g nur mehr 2,14 g red. Subst., es musste also ein Teil derselben sich zersetzt haben. Bei der Verarbeitung des Mukoides fiel eine eigentümliche Thatsache auf, dass nämlich schon beim blossen Stehenbleiben in der sauren Lösung die reducierende Substanz bedeutend abnahm[1]);

---

[1]) 17 g Mukoid mit $^1/_2$ l 3proc. HCl 3 Stunden erhitzt, gab 5,9 g red. Subst.

Davon die Hälfte . 2,95 g red. Subst.	Die andere Hälfte . 2,95 g red. Subst.
	enthielt nochmals
	1 Stde. erhitzt . . 2,14 „ „ „
enthielt nach 1 täg.	enthielt nach $1^1/_2$täg.
Stehen . . . . . 1,9 „ „ „	Stehen . . . . . 1,8 „ „ „
enthielt nochmals f.	enthielt nochmals
20 Min. erhitzt . . 2,22 „ „ „	$^1/_2$ Stde. erhitzt . 2,16 „ „ „

durch kurzes nochmaliges Kochen kann man aber wenigstens einen Teil derselben wiedergewinnen. Die Abnahme des Reductionsvermögens könnte danach in einer Anlagerung des reducierenden Moleküls an einen andern Körper begründet sein, und zwar wahrscheinlich an einen Eiweisskörper, da eine nach dem Gerbsäureverfahren eiweissfrei gemachte Lösung diese Erscheinung nicht mehr zeigte: weder war die Abnahme des Reductionsvermögens auch nach längerem Stehen eklatant nachzuweisen, noch konnte durch kurzes Kochen mit Säure eine Erhöhung desselben erzielt werden. Der letztere Versuch beweist zugleich, dass gegen Säure die Substanz kaum empfindlich zu sein scheint, während bei auch nur schwacher alkalischer Reaction sie ungemein zersetzlich ist.

Um aus den so erhaltenen Lösungen die reducierende Substanz zu isolieren, mussten zunächst die Eiweisskörper entfernt werden. Dann sollte durch Benzoylierung und nachträgliche Verseifung des Benzoates der Zucker rein gewonnen und womöglich zur Krystallisation gebracht werden.

Anfangs wurde die Befreiung von den beigemengten Eiweisskörpern nach folgender von F. Müller[1]) beschriebener Methode vorgenommen: Die filtrierte und neutralisierte Lösung wurde mit Essigsäure schwach angesäuert, mit Eisenchlorid so lange versetzt, als die Rotfärbung noch zunahm, dann nahezu neutralisiert und einmal aufgekocht. Auf diese Weise konnte durch Abfiltrieren des sich leicht absetzenden Niederschlages schon ein grosser Teil der Eiweisskörper entfernt werden. Der Rest wurde durch ev. wiederholte Fällung mit Gerbsäure bei neutraler Reaction entfernt; die überschüssige Gerbsäure wurde durch neutrales Bleiacetat und das überschüssige Blei durch Einleiten von Schwefelwasserstoff in die erwärmte und mit Salzsäure stark sauer gemachte Lösung beseitigt. Durch gelindes Erwärmen im Vakuum unter häufigem Schütteln des Kolbens wurde endlich der Schwefelwasserstoff ausgetrieben. Streng ist bei diesem Verfahren darauf zu achten, dass in den zu erwärmenden Lösungen kein Tannin mehr ist, da Tannin an sich schon reduciert und auch durch Zersetzung desselben neue reducierende Substanzen auftreten.

Ein zunächst verlockend erscheinender Versuch, durch Zinksulfat[2]) die Ausfällung der Eiweisskörper vorzunehmen, bewährte sich nicht, da die Entfernung des Zinks mit Soda zu langwierig war, und offenbar wegen des langen Stehens bei alkalischer Reaction das Reductionsvermögen gänzlich aufgehoben wurde.

Aber auch das Gerbsäureverfahren brauchte zur Durchführung mehrere Tage, und in der hie und da nicht zu umgehenden neutralen oder gar schwach alkalischen Reaction lag wohl der Grund, dass nicht unbeträchtliche Verluste bei dieser Methode mit in den Kauf genommen werden mussten; so nahm einmal der Gehalt an reducierender Substanz von 7,1 g auf 1,36 g ab. Da nun die endgültige Isolierung des Kohlehydrates doch mittels des Benzoates geschah, wurde einmal die noch eiweisshaltige Lösung sofort benzoyliert. Dabei zeigte sich, dass zwar die Eiweisskörper ebenfalls benzoyliert wurden, denn die Biuretreaction war fast geschwunden; aber die Eiweissbenzoate

[1]) l. c.
[2]) A. Bömer, Fresenius' Zeitschr. f. analyt. Chemie, 34. Jahrg.

waren wegen ihrer Schwerlöslichkeit auch in heissem Alkohol leicht von dem Zuckerbenzoat zu trennen.

Die nach dem Erhitzen des Eiweisskörpers mit Salzsäure erkaltete, neutralisierte und von dem Eiweissschlamm und Neutralisationspräcipitat durch Filtration befreite Lösung wurde etwa auf das Doppelte verdünnt und nach der Baumann'schen[1]) Vorschrift mit Benzoylchlorid und Natronlauge unter häufiger Kühlung geschüttelt, bis der stechende Benzoylchloridgeruch verschwunden war; dann wurde aber, um sicher möglichst viel Zucker benzoyliert zu erhalten, mit etwas weniger Benzoylchlorid und entsprechender Natronlauge nochmals benzoyliert; so bekam man gleich beim ersten Mal fast die ganze Ausbeute, das zweite Mal war die Menge nur mehr sehr gering. Es fiel auf, dass hier entgegen der Erfahrung an den enteiweissten Lösungen eine viel schnellere Reaction und bedeutendere Wärmeentwicklung unter Rotfärbung statthatte[2]).

Das nach der Neutralisation und einigem Stehen abfiltrierte Benzoat wurde durch Lösen in heissem absolutem Alkohol und heisse Filtration von den Eiweissbenzoaten und Salzen getrennt; in dem erkaltenden Filtrat fielen zunächst amorphe Krümel in grosser Menge und nach einigen Tagen auch mikroskopische nadlige Krystalle von Besenreiserform aus. Diese Extraction der in Alkohol unlöslichen Massen muss möglichst lange (ca. 6—7 Mal) und möglichst heiss geschehen, da sich darunter das in etwas kälterem Alkohol sehr schwer lösliche krystallinische Benzoat befindet. Man gewinnt es daraus nur vermengt mit amorphen gelblichen Krümeln, die allerdings annähernd die gleiche Löslichkeit haben. Da diese Krümel aber beim Absaugen länger feucht bleiben und spezifisch schwerer zu sein scheinen und sich deswegen dicht am Filter ansammeln, kann durch Abheben der bald trocknen, ihnen aufgelagerten Krystallnadeln und durch mehrmaliges Aufschwemmen und wiederholte mechanische Auslese das krystallinische Benzoat mit einigen Verlusten rein gewonnen werden.

Die Krystalle, die aus der alkoholischen braunen Benzoatlösung allmählich ausfielen, mussten ebenfalls durch häufiges Umkrystallisieren von beigemengter Benzoesäure und niedrigeren Bezoaten befreit werden. Liess man die heiss schwach gelb gefärbte Auflösung der Krystalle in absolutem Alkohol langsam auf einem grossen Wasserbad abkühlen, so krystallisierten grosse, seidenglänzende äusserst feine Nadeln aus, die sich zu Federbüscheln aneinander lagerten, und zwar um so schneller, je reiner die Lösung wurde; der über den Krystallen stehende Alkohol war dann wasserklar.

Die letzte Mutterlauge wurde mit Natriumäthylat verseift; dabei entstanden Dämpfe, besonders deutlich nach dem Erwärmen, wobei sich eine Anzahl noch ausgefallener Krystalle erst löste, die Lakmuspapier bläuten, Curcumapapier bräunten und um einen mit Salzsäure befeuchteten Glasstab weissliche Nebel bildeten. Die verseifte Menge reducierte schwach; der Nachweis der Drehung und die Darstellung eines Osasons gelang bei den kleinen Mengen nicht. Dieser Versuch beweist, dass die Krystalle das Benzoat eines reducierenden Körpers darstellen, in welchem Stickstoff in Form der als Ammoniak abspaltbaren Amidogruppe (NH_2) vorhanden ist.

Die Elementaranalysen[3]) der gereinigten Krystalle, sowie ihr Schmelzpunkt zeigen, dass es sich um ein Gemisch von Tetra-

[1]) Baumann, E., Ber. 19, p. 3218.
v. Udransky, L. u. Baumann, E., Ber. 21, p. 2744 u. p. 2938.

[2]) cf. Schrötter, Ber. 22, p. 1950.

[3]) Für die Ausführung der vereinigten Stickstoffkohlenstoffanalysen nach seiner Methode, sowie für die Einführung in das Verfahren bin ich Herrn Privatdocenten Dr. P. Fritsch, Assistenten am hiesigen pharmaceutisch-chemischen Institut, zu vielem Dank verpflichtet.

und überwiegender Pentabenzoylverbindung einer Amidohexose handelt.

Es lieferten bei 40° im Vakuum über Schwefelsäure getrocknet:

ein Präparat aus Mukoid: Schmelzpunkt: 211—212°	ein Präparat aus Albumin: 210—212°
C . . 70,23 pCt.	69,24 pCt.
H . . 4,83 „	—
N . . 2,22 „	2,14 „

Es berechnet sich für:

Glukosamin-IV-benzoat	Glukosamin-V-benzoat
C . . 68,57 pCt.	70,38 pCt.
H . . 4,87 „	4,72 „
N . . 2,35 „	2,00 „

Zwei weitere nicht analysierte Präparate aus Albumin und Mukoid schmolzen bei 204° resp. bei 208°.

Der Schmelzpunkt von Tetrabenzoyl-glukosamin liegt nach Baumann[1]) bei 197—198°, der von Pentabenzoyl-glukosamin nach Pum[2]) bei 203°, seltener bei 215°.

Von diesem krystallinischen Benzoat sind aus dem verarbeiteten Mukoid 0,5338 g und aus dem Albumin 0,4058 erhalten.

Aus den keine Krystalle weiter abscheidenden Mutterlaugen, welche die niederen Benzoate enthielten, wurde durch Verseifung der Zucker selbst wieder erhalten. Nach vergeblichen Versuchen mit dem Kueny'schen Verfahren[3]) mit Natriumäthylat, bei dem zwar der reducierende Körper wieder entstand, aber nicht zur Krystallisation zu bringen war, bei dem ausserdem, wie oben gezeigt, eine teilweise Zersetzung und Abspaltung der Amidogruppe befürchtet werden musste, wurden die Benzoate durch Salzsäure im geschlossenen Rohr verseift.

Dazu wurde zunächst aus den Mutterlaugen das Benzoat durch Wasser ausgefällt, nochmals gelöst und von neuem gefällt. Dadurch wurde es einmal von den beigemengten Salzen möglichst gereinigt, und zweitens wurde so das sonst harzig-klebrige Benzoat so hart, dass es sich ohne Schwierigkeit in die Röhren sauber einfüllen liss. Es wurde dann unter sehr häufigem und energischem Umschütteln in geschlossenen Röhren mit Salzsäure vom specif. Gew. 1,075—1,100 für ca. 30 Stunden erhitzt, bis nach dem Erkalten des Rohres der Inhalt zu einem Brei von Benzoesäurekrystallen erstarrte. Nach Oeffnen des Rohres und Abfiltrieren der Kohle und des unverseiften Benzoates, das von neuem in Röhren gefüllt wurde, ward das Filtrat zur Entfernung der Benzoesäure vier Mal mit Aether ausgeschüttelt und dann in flachen Schalen durch den Luftzug des Abzuges die Salzsäure abgedunstet, was in ca. einer Woche geschehen war. In dem braunen Syrup begannen dann kleine glitzernde Krystalle auszufallen, sowohl beim Albumin als beim Mukoid von rhomboedrischer Form, die hier und da durch eigentümliche Abstumpfung einer Ecke die Form von Kreissectoren annahm.

---

[1]) Baumann, E., Ber. 19, p. 3218.
[2]) Pum, Ber. 24, Ref. p. 901.
[3]) Kueny, L., Zeitschr. f. phys. Chem, Bd., XIV, p. 330.
Baisch, K., Zeitsch. f. phys. Chem., Bd. XIX. p. 339.

Der Syrup gab weder die Biuretreaction noch die Phloroglucin-Salzsäureprobe. Nach Auflösung der syrupösen Massen in Alkohol und Waschen der Krystalle mit absolutem Alkohol wurden dieselben aus mit etwas Salzsäure angesäuertem Wasser mehrfach umkrystallisiert und so relativ grosse Krystalle gewonnen. Da anfänglich die obengenannte Reinigung des Benzoats von den Salzen vernachlässigt worden war, so krystallisierten viel Kochsalz und merkwürdiger Weise beträchtliche Mengen von Gyps mit aus, von denen der Zucker nur durch Aussuchen der brauchbaren Krystalle und erneutes Umkrystallisieren getrennt werden konnte.

Die dicken, braunen, syrupösen Massen konnten durch Kochen mit Tierkohle verflüssigt werden, und so liess sich noch eine grössere Ausbeute an Krystallen erzielen. Aus dem Mukoid sind so erhalten worden ca. 0,8 g krystallinischer Zucker, aus dem Albumin ca. 0,5 g.

Die folgenden Angaben beziehen sich auf die aus dem Mukoid gewonnene Substanz, mit der die des Albumins offenbar identisch ist.

Die Krystalle verbrennen mit stark sich blähender Kohle vollständig, unter Entwicklung eines eigentümlichen Geruches.

Die Krystalle lösen sich ziemlich leicht in Wasser; die Lösung löst reichlich alkalisches Kupferoxyd mit blauer Farbe, reduciert stark, doch fällt nicht alles reducierte Kupferoxydul aus, da das frei werdende Ammoniak einen Teil in Lösung hält.

Die wässrige Lösung dreht die Ebene des polarisierten Lichtes nach rechts und zeigt deutlich die Erscheinungen der Birotation: 0, 3627 g Substanz in 50 ccm Wasser gelöst, drehten im 40 cm-Rohr anfangs um 2,39°, später konstant um 1,95° nach rechts.

Die aus dieser Lösung wiedergewonnene Substanz ergab nach der Fritsch'schen Methode analysiert:

für 0,2275 g Substanz
CO_2 0,2592 g
NH_3 9,62 ccm $\frac{n}{10}$ Säure

und für 0,0924 g Substanz 0,0048 g Asche, die nach dem Silberniederschlag, den sie gab, wohl grösstenteils aus Kochsalz bestand.

Unter Anrechnung dieses Aschengehaltes von 5,30 pCt. ergiebt sich:

		für Glukosaminchlorhydrat berechnet:	
C	32,7 pCt.	C	33,40 pCt.
N	6,25 „	N	6,51 „
spec. Dreh.	70,9°	spec. Dreh.: nach Tanret	72,5° i. M.
		nach Tiemann	69,5° / 74,6°

Nimmt man bei der geringen zur Aschenbestimmung aufgewendeten Menge und bei der Flüchtigkeit des Natriumchlorids den Aschengehalt als zu niedrig an und berechnet aus der erhaltenen Kohlensäurezahl unter Zuhilfenahme des berechneten C-Gehaltes des salzsauren Glukosamins den Gehalt an Glukosamin, so ergiebt sich:

Gehalt an Glukosamin 93,00 pCt. und daraus
[C 33,4 pCt.]
N 6,4 „
spec. Dreh. 72,2°

Ueber die krystallographische Analyse, für die ich Herrn Geh.-Rat Bauer und Herrn Dr. Schwantke, Assistenten am hiesigen mineralogischen Institut zu Dank verpflichtet bin, berichtet letzterer folgendes:

„Die als Zucker aus Mukoid bezeichneten Krystalle „besassen die von Bücking (Zeitschrift für Krystallo„graphie, Bd. 1, Seite 304) als Krystallform des salz„sauren Glukosamin beschriebene und in Fig. a daselbst „abgebildete Gestalt. Die Flächen waren meist uneben, „gewölbt oder gestreift. Es konnten nach sorgfältiger „Auswahl des Materials 10 Krystalle der Messung unter„worfen werden.

„Da die Resultate teilweise erheblich von den a. a. O. „mitgeteilten Werten abwichen, so wurden zum Ver„gleiche die Krystalle des aus Hummerpanzer dar„gestellten salzsauren Glukosamin gemessen, deren „Flächen gleichfalls z. T. uneben und gewölbt waren. „Es liessen sich von 12 Krystallen brauchbare Resultate „erhalten.

„In nachstehender Tabelle sind die Ergebnisse der „Messung mit den von Bücking angegebenen Werten „zusammengestellt. Die mitgeteilten Winkel wurden „dadurch erhalten, dass aus allen brauchbaren Messungen „unter Berücksichtigung des Grades ihrer Genauigkeit „das Mittel genommen wurde. Die Zahl in der Klammer „bedeutet die Anzahl der dazu verwendeten Messungen.

	p : p 110 : 1$\bar{1}$0	c : r 001 : $\bar{1}$01	c : q 001 : 011	c : p 001 : 110	r : p 10$\bar{1}$: 110	r : q $\bar{1}$01 : 0$\bar{1}$1	p : q 1$\bar{1}$0 : 011	p : q 1$\bar{1}$0 : 0$\bar{1}$1
Bücking gemessen	*67° 52′	68° 21′ appr.	*35° 32′	*58° 13′	65° 28′	—	84° 41′	—
„ berechnet	—	68° 19½′	—	—	66° 22′	(73°23½′)	84° 56′	(41°08½′)
Zucker aus Mukoid	67° 54′ (26)	66° 55′ (14)	35° 13′ (10)	60° 01′ (20)	65° 25′ (13)	72° 06′ (10)	—	42° 33′ (10)
Salzsaures Glukosamin aus Hummerpanzer . .	67° 48′ (11)	67° 01′ (16)	35° 33′ (18)	59° 55′ (28)	65° 20′ (8)	73° 41′ (1)	84° 38′ (7)	43° 09′ (4)

„Nach den erhaltenen Resultaten sind die Substanzen „wohl ohne Zweifel identisch, da auch das optische Ver„halten, so weit beobachtet werden konnte, mit den An„gaben Bücking's übereinstimmte (Ebene der optischen „Axen parallel der Symmetrieebene, erste Mittellinie auf c

„schief austretend), auch die Spaltbarkeit nach r ($\bar{1}01$)
„wurde an einigen Krystallen beobachtet."

Das Osazon wurde nur im Anfang der Untersuchungen dargestellt, da bald klar wurde, dass es zur Charakterisierung des in Frage stehenden Kohlehydrates nicht ausreichte. Die Osazone wurden stets aus den eiweissfreien Lösungen, teils direkt nach der Gerbsäurefällung, teils nach der Verseifung des Benzoates gewonnen; und zwar grössten Teils leider an den aus ungereinigtem Hühnereiweiss gewonnenen Lösungen, eine einmalige Darstellung aus gereinigtem Albumin ergab aber ein Osazon von den gleichen äussern Eigenschaften und dem gleichen Schmelzpunkt (192/93° nach viermaliger Umfällung durch Aceton und Wasser). Das Osazon stellt ein gelbbraunes Pulver dar, das sich an der Luft, auch unter Wasser sehr schnell rot färbt. Es löst sich in Alkohol, besonders in heissem, in Aether, Aceton, warmem Wasser, aus dem es erst beim Erkalten ausfällt. Mikroskopisch zeigt es die von Pavy so vielfach abgebildete Form von kleinen, aus gelben Nadeln zusammengesetzten Rosetten oder Garben; daneben zeigten sich aber im mikroskopischen Präparat sehr reichlich braunschwarze Tropfen, von denen das Osazon überhaupt nicht ganz zu reinigen war. Nach Umkrystallisieren aus heissem Alkohol und Waschen mit Aether zeigte das Osazon einen Schmelzpunkt von 184—187°; durch Auflösen in Aceton und Ausfällen mit Wasser liess sich der Schmelzpunkt in die Höhe treiben auf 194—195°; mikroskopisch rein waren aber beide Präparate noch nicht. Nach fünfmaligem Umkrystallisieren aus Aceton fiel, während das Aceton noch von der wässrigen Lösung abdunstete, schon ein Teil des Osazons aus, welches abfiltriert wurde und den Schmelzpunkt 199—203° zeigte. Aus dem Filtrat wurde dann nach vollständiger Verdunstung des Acetons ein mikroskopisch saubereres Osazon von gleicher Form erhalten, das bei schnellem Erhitzen bei 132° schmolz.

Bezüglich aller angeführten Eigenschaften gleicht das Osazon nicht nur dem von Müller aus dem Mucin der Atmungswege, von Jacewicz aus dem Mucin des Digestionstractus dargestellten, sondern auch dem von Pavy und Krawkow aus verschiedenen Eiweisskörpern gewonnenen, mit denen auch leidlich der Schmelzpunkt übereinstimmt, während dieser den einzigen Unterschied bildet gegenüber den von Salkowski, Blumenthal u. a. m. als Pentosazon angesprochenen. Wie wenig übrigens der Schmelzpunkt des Osazons zur Definition und Identificierung des Kohlehydrates beiträgt, zeigt obiger Versuch.

Durch die Benzoylverbindung und durch die Reindarstellung der Chlorwasserstoffverbindung des Zuckers dürfte dagegen bewiesen sein, dass sowohl beim Mukoid, wie beim Albumin das erhaltene Kohlehydrat identisch ist mit Müller's aus Mucin gewonnenem Zucker und mit dem aus Chitin erhaltenen Glukosamin. Dieser Umstand lässt erwarten, dass das Glukosamin überhaupt, für die Mucinkörper wenigstens, die abspaltbare redu-

cierende Substanz darstellt, und so im Körper des höheren Tieres eine weite Verbreitung thatsächlich besitzt. Ob auch aus dem Albumin sich dieses Kohlehydrat abspaltet, oder ob es in den geschilderten Versuchen nicht herrührt von dem coagulierten Albumin noch anhaftenden Mukoid, diese Frage exact zu entscheiden, dürften diese Versuche noch nicht genügen. Zwar, da nur ein Teil des Gesamtalbumins der verarbeiteten Hühnereier (die 200 g getrockneten Albumins, die 9 pCt. = 18 g red. Subst. enthalten) eine grössere Menge reducierender Substanz lieferte, als die aus denselben Eiern gewonnene Menge Mukoid (34 g Mukoid à 35 pCt. = 12 g red. Subst.), und auch von den reinen, analysierten Präparaten annähernd gleiche Mengen erhalten wurden, so ist die Wahrscheinlichkeit ziemlich gross, und man müsste schon eine bedeutende Unzulänglichkeit der angewandten Reinigungsmethoden annehmen, wenn man es leugnen will. Allein die Möglichkeit ist nicht auszuschliessen, und für diesen Schluss sind auch die Untersuchungen nicht mit der erforderlichen quantitativen Genauigkeit angestellt. Wenn man zudem die negativen Resultate Mörner's beim Serumalbumin sowohl wie beim Ovalbumin, der allerdings sein Reinigungsverfahren nicht angiebt, zum Vergleich heranzieht, so wird man vor der Hand gut thun, diesen negativen Resultaten eine grössere Beweiskraft beizumessen. Den Spencer'schen Untersuchungen, nach denen ebenfalls sich kein Kohlehydrat aus Ovalbumin abspalten lässt, kommt für die Entscheidung dieser Frage keine Bedeutung zu wegen der zu reichlichen Verwendung von Alkali; dadurch werden nicht nur Eiweisskörper in hohem Grade denaturiert, — auch Krawkow konnte aus Alkalialbuminat kein Kohlehydrat mehr abspalten, — sondern auch das Glukosamin wird dadurch äusserst leicht zerstört, zumal wenn es, wie dies Spencer thut, bei alkalischer Reaction erhitzt wird.

Zum Schluss mag noch zweier Nebenprodukte, die bei der Erhitzung des Eiweisses mit Säure erhalten wurden, Erwähnung geschehen.

In dem während des Erhitzens des Eiweisses mit Salzsäure übergehenden Destillat war ausser einer stark reducierenden Substanz noch Essigsäure enthalten. Die reducierende Substanz war vermutlich Ameisensäure, die ja neben Lävulinsäure bei längerer Behandlung der Kohlehydrate mit siedenden Säuren entsteht; Lävulinsäure liess sich allerdings in dem Aetherextract des mit Säure gekochten Albumins nicht nachweisen.

In dem bei alkalischer Reaction eingedampften, filtrierten und mit Salpetersäure neutralisierten Destillat wurden zunächst alle Chloride mit Silbernitrat ausgefällt und als Chlorsilber abfiltriert. Das Filtrat wurde mit conc. Silbernitratlösung ausgefällt, es fiel ein weisslicher, in Salpetersäure löslicher Niederschlag aus, der abfiltriert und in Wasser gelöst wurde. Nachdem bes. beim Erwärmen sich die Flüssigkeit stark gebräunt hatte, wurde das Filtrat nach der Trennung von dem reducierten Silber im Dunkeln mehrfach umkrystallisiert. Von den als grosse glänzende Blättchen und Nadeln erscheinenden Krystallen ergaben bei der Veraschung 0,1960 g

Substanz 0.1276 g Silber = 64,1 pCt. Ag, berechnet für essigsaures Silber 64,65 pCt. Ag.

Diese Thatsache ist zwar, da das Eiweiss mit Hilfe von Essigsäure coaguliert wurde, nicht absolut beweisend für das Vorhandensein von Essigsäure im Molekül der untersuchten Körper; aber sie verdient doch vollste Beachtung, da bisher immer neben Glukosamin auch Essigsäure gewonnen ist, so dass mehrfach an eine esterartige Verbindung des Glukosamins mit Essigsäure[1]) oder Acetessigsäure[2]) gedacht ist.

Ferner fiel an der übergehenden Flüssigkeit ein eigentümlicher Geruch auf, der noch am meisten erinnerte an Schwefelwasserstoff, und auch Bleipapier wurde durch die übergehenden Gase geschwärzt. Schon im Kühlrohr schlugen sich spärlich grauweissliche Häutchen und Klümpchen nieder, welche in Aether löslich waren; durch Ausschütteln des Destillates mit Aether konnte eine etwas grössere Menge dieses Körpers gewonnen werden, doch reichte die insgesamt erhaltene Menge zu einer gründlichen Reinigung und zur Elementaranalyse nicht aus. Der Körper benetzt sich nicht mit Wasser, ist in Alkohol schwerer, in Aether leicht löslich, aus dem er in langen spitzen Nadeln auskrystallisiert. Herr Prof. Kossel machte mich darauf aufmerksam, ob derselbe nicht Schwefel enthielte; es ergab sich, dass ein wenig dieses Körpers, auf dem Platinblech geglüht, mit blauer Farbe verbrannte, während ein deutlicher Geruch nach SO_2 nicht zu constatieren war. Eine etwas grössere Menge wurde mit Sodasalpetergemisch erhitzt und gab dann nach dem Auflösen in warmem Wasser und Ansäuern mit Salzsäure auf Zusatz von Baryumchlorid einen beträchtlichen Niederschlag von Baryumsulfat, womit also ein bedeutender Schwefelgehalt der Substanz bewiesen war. Es ist möglich, dass diese Substanz einer der Thetinkörper (Diaethylsulfinofettsäuren) ist, aus denen beim Erhitzen mit Natronlauge oder Salzsäure das eigentümlich riechende Aethylsulfid, sich bildet und die Drechsel[3]) als die Stammsubstanzen desselben im Eiweissmolekül ansieht.

Herrn Prof. Fr. Müller sage ich für die freundliche Anregung und die vielfache Unterstützung mit Rat und That bei dieser Arbeit, sowie für gütige Ueberlassung des Laboratoriums der medicinischen Poliklinik meinen besten Dank. Auch den Herren Geh.-Rat Prof. Bauer, Dr. Fritsch, Prof. Kossel, Dr. Schwantke, Dr. Weydemann, Geh.-Rat Prof. Zincke danke ich an dieser Stelle vielmals für ihr Interesse und die liebenswürdige Beihilfe.

---

[1]) Müller, F., Vortrag gehalten im Juli 1898 in der Gesellsch. z. Bef. d. ges. Naturw., zu Marburg.

[2]) Schmiedeberg, Archiv f, exp. Path. u. Therap., Bd. 28, p. 354.

[3]) Drechsel, E., Centralbl. f. Phys., 1886, p. 510.

Lebenslauf.

Geboren wurde ich, John Heinrich Conrad Seemann, als Sohn des Lehrers Christian Seemann und dessen Ehefrau Johanna geb. Bruns, zu Hamburg am 5. April 1874. Im evangelischen Bekenntnis erzogen, bestand ich nach vierjährigem Besuch der Seminarknabenschule und neunjährigem des Wilhelm-Gymnasiums zu Hamburg Ostern 1893 an letzterem die Reifeprüfung. Von Ostern 1893 bis Ostern 1895 studierte ich in Marburg Medicin, und bestand dort am 4. März 1895 das Tentamen physicum. Im Sommer 1895 ging ich nach München, wo ich beim kgl. bayrischen Inf.-Leib-Reg. meiner Dienstpflicht mit der Waffe genügte. Nachdem ich auch im Winter 1895/96 in München verblieben war, kehrte ich für den Rest meiner Studienzeit nach Marburg zurück und beendete hier am 20. Januar 1898 die medicinische Staatsprüfung und bestand am 26. Januar 1898 das Examen rigorosum. Seit dem 1. April d. J. bekleide ich die Stelle eines Assistenten am anatomischen Institut; seit dem 1. August d. J. diene ich gleichzeitig als einj.-freiw. Arzt beim Hessischen Jägerbataillon No. 11.

Meine akademischen Lehrer waren:

in Marburg: Ahlfeld, Gasser, C. Hess, von Heusinger, Hueter †, Kohl, Korschelt, Kossel, Külz †, Küster, Lahs, Mannkopff, Marchand, Melde, A. Meyer, H. Meyer, Müller, Nebelthau, Sandmeyer, Saxer, Strahl, Tuczek, Uhthoff, Wernicke, Zincke, Zumstein;

in München: Angerer, Barlow, Bauer, Emmerich, Klausner, Posselt, Rieder, Schmitt, Seitz, Tappeiner, von Ziemssen.

Allen diesen meinen Lehrern spreche ich meinen herzlichsten Dank aus.